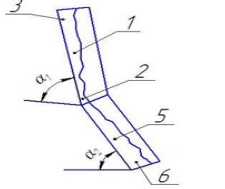


Таблица 2. Описание «ломанной» конструкции

Конструкция	Характер движения зерна
	<p>В данном случае происходит ускоренно–замедленное перемещение слоя зерна с минимальной /2/ и максимальной /3, 6/ толщиной, что обеспечивает равномерное распределение зерновой массы в трубе и соответственно равномерную скорость движения зернового потока.</p>

### Заключение

1. Используя характеристики течения зерна по трубе с частичным изменением угла наклона можно получить изменение интенсивности движения потока, тем самым снижение пылевыведения.

2. В изгибах «ломанной» самотечной трубы можно встраивать также камеру для очистки зерна от легких и различных примесей. Это снижает удельные затраты, т.к. движение зернового потока обеспечивается гравитационными силами, возникающие в самотечной трубе. Такая конструкция позволяет произвести очистку от пыли (снижается пылевыведение), и от микроорганизмов (повышает возможность долгого и качественного этапа хранения зерна).

### Список использованной литературы

1. Аскарова А.А. Совершенствование пунктов перегрузки элеваторных конвейеров [NAUKA.KZ] // Национальный научный портал РК. (дата обращения 01.10.2020). URL: [https://rating.nauka.kz/page.php?page\\_id=172&lang=1&article\\_id=9](https://rating.nauka.kz/page.php?page_id=172&lang=1&article_id=9).

2. Алешко П.И. Механика жидкости и газа. Харьков: В.школа -1977, 320с.

3. Инновационный патент РК №22586. Устройство для очистки зерна от крупных, легких и зернистых примесей //Аскарлова А.А., Апбозов О.Ж., Аскарлов А.Д. (РК); опубли. 15.06.2010.

УДК 621.793

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Л.М. Акулович<sup>1</sup>, д-р техн. наук, профессор,

А.В. Миранович<sup>1</sup>, канд. техн. наук, доцент,

С.И. Мендалиева<sup>2</sup>, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup>БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>НАО «Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина»,

г. Нур-Султан, Республика Казахстан

*Аннотация.* Рассмотрено проектирование комбинированной технологии восстановления поверхностей деталей с использованием концентрированной энергии электрического и магнитного полей.

*Abstract.* The design of a combined technology for restoring the surfaces of parts using concentrated energy of electric and magnetic fields is considered.

*Ключевые слова:* ферромагнитный порошок, магнитно-абразивная обработка, магнитно-электрическое упрочнение, покрытие.

*Keywords:* ferromagnetic powder, magnetic abrasive processing, magnetic electrical hardening, coating.

### Введение

Потеря работоспособности агрегатов и узлов сельскохозяйственной техники обусловлена, в большинстве случаев, процессами изнашивания поверхностей деталей [1, 2]. Изношенные поверхности значительной части деталей могут быть восстановлены в условиях ремонтных предприятий применением современных технологий, к числу которых относятся способы восстановления и упрочнения, основанные на нанесении износостойких покрытий с использованием концентрированных потоков энергии [3].

### Основная часть

Если в зазор между поверхностью заготовки и полюсом магнита (рис. 1) подать ферромагнитный порошок (ФМП), то каждая его частица стремится развернуться наибольшей осью вдоль силовых линий магнитного поля под действием суммарного магнитного момента

$$M = P_m H \sin \varphi;$$

где  $P_m$  – магнитный момент зерна;  $H$  – напряженность магнитного поля;  $\varphi$  – угол между направлением магнитных силовых линий и наибольшим размером частицы ФМП.

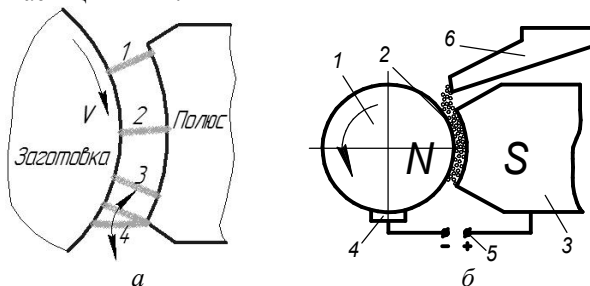


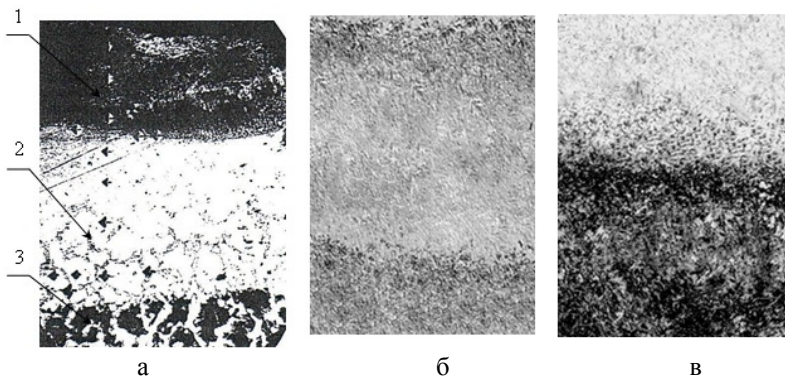
Рисунок 1 – Схемы движения цепочек частиц ФМП в воздушном зазоре концентричной формы (а) и магнитно-электрического упрочнения (б)

Частицы ФМП, выстраиваясь в цепочки вдоль силовых линий магнитного поля, формируют токопроводящие цепочки. При вращении заготовки под действием сил трения между поверхностью заготовки и ФМП (рис.1а) происходит перемещение цепочек из зоны 1 в зону 4. Если через токопроводящие цепочки пропускать импульсный электрический ток

(рис.1б), то происходит оплавление частиц ФМП в местах их контакта с поверхностью детали и перенос расплава на упрочняемую поверхность, т.е. осуществляется процесс магнитно-электрического упрочнения (МЭУ). При отсутствии тока происходит царапание частицами ФМП микронеровностей на поверхности детали, т.е. магнитно-абразивная обработка (МАО).

Наибольшее влияние на триботехнические свойства износостойких покрытий оказывает совмещение процессов МЭУ и МАО на одном оборудовании. К преимуществам МЭУ относится высокая прочность сцепления покрытия с основой, отсутствие термической деформации и специальной подготовки поверхностей [3]. Достоинством МАО являются возможность регулирования плотности и жесткости обрабатывающего инструмента в виде уплотненного ФМП, обеспечение шероховатости обрабатываемых поверхностей в пределах  $Ra$  0,01 – 1 мкм, снижение волнистости до 8 – 10 раз, гранности до 2 раз, а также саморегенерация абразивной щетки [4].

Структура покрытий, полученных МЭУ, характеризуется наличием трех зон: наплавленной, диффузионной и зоны термического влияния (рис. 2). Типовой технологический маршрут восстановления и упрочнения поверхностей деталей в электромагнитном поле: очистка и мойка деталей от загрязнений – дефектация и сортировка деталей – предварительная механическая обработка поверхности – МЭУ – пластическое деформирование или шлифование – МАО.



1 – наплавленная зона; 2 – диффузионная зона; 3 – зона термического влияния; покрытия из ФМП: а – ФБ-17 ( $\times 200$ ), б – ФБХ-6-2 ( $\times 500$ ), в – Fe-Ti ( $\times 500$ )

Рисунок 2 – Фотографии микроструктуры покрытий после МЭУ

### Заключение

Предложенный технологический процесс целесообразно применять для упрочнения и восстановления цилиндрических поверхностей деталей, работающих при больших нагрузках.

### Список использованной литературы

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.

2. Горохова, М.Н. Повышение эффективности комбинированного способа восстановления деталей ферромагнитными порошками: автореф. дис. ... док. техн. наук / М.Н. Горохова; ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – М., 2013. – 32 с.

3. Акулович, Л.М. Магнитно-электрическое упрочнение поверхностей деталей сельскохозяйственной техники / Л.М. Акулович, А.В. Миранович. – Минск: БГАТУ, 2016. – 236 с.

4. Ворошухо О.Н. Технология магнитно-абразивной обработки наружных цилиндрических поверхностей с управляемой ориентацией ферроабразивных зерен и регенерацией абразивной щетки импульсным магнитным полем: автореф. дис. ... канд. техн. наук / О.Н. Ворошухо ; БНТУ. – Минск, 2019. – 28 с.

УДК 621.43

### **РОЛЬ ПОВЕРХНОСТНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ПОВЫШЕНИИ ИХ РЕСУРСА**

**А.А. Дудников, канд. техн. наук, профессор,**

**А.И. Беловод, канд. техн. наук, доцент,**

**А.А. Бурлака, канд. техн. наук, доцент,**

**В.В. Дудник, канд. техн. наук, доцент,**

**Е.В. Иванкова, канд. техн. наук, доцент,**

**А.В. Канивец, канд. техн. наук, доцент**

*Полтавская государственная аграрная академия, г. Полтава, Украина*

*Аннотация.* В работе исследовано влияние поверхностного деформирования материала деталей на параметры качества поверхностного слоя.

*Abstract.* The paper investigates the effect of surface deformation of the material of parts on the quality parameters of the surface layer.

*Ключевые слова:* пластическое деформирование, параметры качества, степень упрочнения, остаточные напряжения, технологические факторы обработки.

*Keywords:* plastic deformation, quality parameters, degree of hardening, residual stresses, technological processing factors.

#### **Введение**

Актуальность проблемы обусловлена необходимостью проведения исследований изнашивания деталей машин с целью повышения их ресурса.